

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-194479

(43)Date of publication of application : 21.07.1999

(51)Int.Cl.

G03F 1/08  
H01L 21/027

(21)Application number : 09-360028

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 26.12.1997

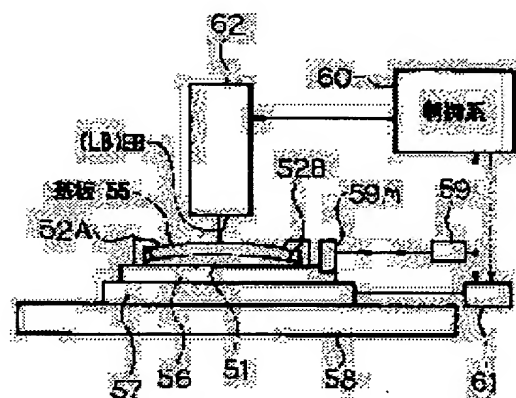
(72)Inventor : SHIRAISHI NAOMASA

## (54) PRODUCTION OF PHOTOMASK AND APPARATUS THEREFOR

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a process for producing such a photomask which obviates a positional error of the projected image of the pattern of the photomask even when the photomask is deformed by its own weight, etc., at the time of use.

SOLUTION: A substrate 55 for the photomask is placed atop a substrate holder 51 having an upwardly projecting surface. This substrate holder 51 is fixed into a susceptor 56 and the surface of this susceptor 56 is provided with fixing pins 52A, 52B for downwardly energizing the parts near the opposite two sides of the substrate 55. After the position of the susceptor 56 is set by an X-Y stage 57, the prescribed original plate pattern is drawn on the substrate 55 by means of a writing system 62. The upward deformation quantity of the pattern surface of the substrate 55 is previously set the same as the downward deformation quantity of the pattern surface of the substrate 55 by its own weight of the photomask at the time of the produced photomask is used.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 1 9 4 4 7 9

(43) 公開日 平成 1 1 年 ( 1 9 9 9 ) 7 月 2 1 日

(51) Int. Cl. °

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G03F 1/08

G03F 1/08

A

H01L 21/027

H01L 21/30

502

P

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 1 3 頁)

(21) 出願番号 特願平 9 - 3 6 0 0 2 8

(22) 出願日 平成 9 年 ( 1 9 9 7 ) 1 2 月 2 6 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 4 1 1 2

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号

(72) 発明者 白石 直正

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内

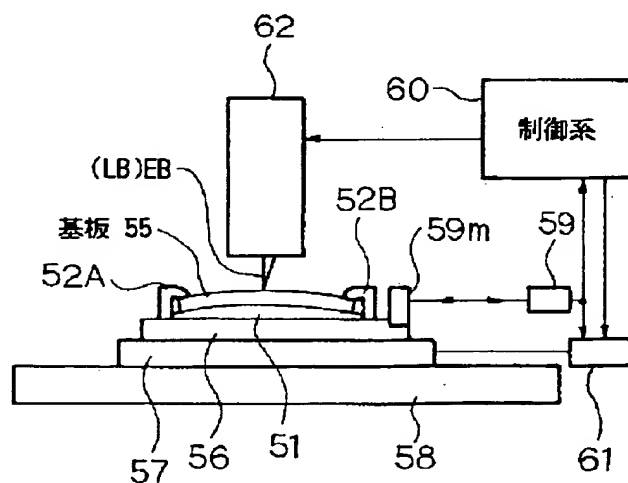
(74) 代理人 弁理士 大森 聡

(54) 【発明の名称】 フォトマスクの製造方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 使用時にフォトマスクが自重等で変形する場合でも、そのフォトマスクのパターンの投影像の位置誤差が生じないようなフォトマスクの製造方法を提供する。

【解決手段】 フォトマスク用の基板 5 5 を上方に凸面となった基板ホルダ 5 1 の上面に載置し、基板ホルダ 5 1 を試料台 5 6 上に固定し、試料台 5 6 上に基板 5 5 の対向する 2 辺近傍を下方に付勢する固定ピン 5 2 A、5 2 B を設ける。試料台 5 6 の位置を X Y ステージ 5 7 によって設定した後、描画系 6 2 を介して基板 5 5 上に所定の原版パターンを描画する。基板 5 5 のパターン面の上方への変形量を、製造されたフォトマスクが使用される際の自重による基板 5 5 のパターン面の下方への変形量と同じに設定しておく。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 露光装置での転写用に使用されるフォトマスクの製造方法において、

前記露光装置における転写時の前記フォトマスクの基板の変形状態を予測し、

前記基板上に転写用のパターンを描画、又は転写する際に、前記基板の変形状態を前記予測される変形状態に合わせておくことを特徴とするフォトマスクの製造方法。

【請求項 2】 前記基板を前記転写用のパターンの形成面が凸面となるように撓ませておくことを特徴とする請求項 1 記載のフォトマスクの製造方法。

【請求項 3】 前記転写用のパターンに対応するパターンが形成された親マスクを製造し、

前記フォトマスクの基板上に前記親マスクのパターンの光学像を投影露光することを特徴とする請求項 1、又は 2 記載のフォトマスクの製造方法。

【請求項 4】 前記転写用のパターンを拡大したパターンを複数枚の親マスクのパターンに分割し、

前記フォトマスクの基板上に複数枚の前記親マスクのパターンの縮小像を画面継ぎを行いながら順次転写することを特徴とする請求項 1、又は 2 記載のフォトマスクの製造方法。

【請求項 5】 露光装置での転写用に使用されるフォトマスクの製造装置において、

前記フォトマスクの基板を所定の状態に変形させて保持するフォトマスク保持部材と、

該フォトマスク保持部材に保持された前記基板上に転写用のパターンを描画、又は転写するパターン形成系と、を有することを特徴とするフォトマスクの製造装置。

【請求項 6】 前記フォトマスク保持部材は、前記基板のパターン形成面が前記パターン形成系に対して凸面となるように保持することを特徴とする請求項 5 記載のフォトマスクの製造装置。

【請求項 7】 前記フォトマスク保持部材は、前記基板の載置される面が円筒面状のマウント部材と、該マウント部材上の前記基板の対向する 2 辺の近傍を該マウント部材側に付勢する付勢部材と、を有することを特徴とする請求項 6 記載のフォトマスクの製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体集積回路、液晶表示素子、又は薄膜磁気ヘッド等のマイクロデバイスをリソグラフィ技術を用いて製造する際に原版パターンとして使用されるフォトマスクの製造方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体集積回路等のデバイスを製造する際に、形成すべき回路パターンを例えば 4～5 倍程度に拡大した原版パターンが形成されたフォトマスクを使用して、このフォトマスクのパターンを縮小投影光学系を

2

介してウエハ、又はガラスプレート等の被露光基板上に縮小投影する転写方式が用いられている。このようなフォトマスクのパターンの転写の際に使用されるのが露光装置であり、ステップ・アンド・リピート方式の縮小投影型露光装置で使用されるフォトマスクは、レチクルとも呼ばれている。

【0003】 従来、そのようなフォトマスクは、所定の基板上に電子ビーム描画装置、又はレーザビーム描画装置を用いて原版パターンを描画することによって製造されていた。即ち、その基板上にマスク材料を形成してレジストを塗布した後、電子ビーム描画装置、又はレーザビーム描画装置を用いてその原版パターンが描画される。その後、そのレジストの現像を行って、エッチング処理等を行うことによって、そのマスク材料によってその原版パターンが形成されていた。この場合、そのフォトマスクを使用する縮小投影型の露光装置の縮小倍率を  $1/\beta$  倍とすると、そのフォトマスクに描画される原版パターンは、デバイスのパターンを  $\beta$  倍に拡大したパターンでよいため、描画装置による描画誤差は、デバイス上ではほぼ  $1/\beta$  倍に縮小される。従って、実質的に描画装置による解像力のほぼ  $1/\beta$  倍の解像力でデバイスのパターンを形成できることになる。

【0004】 また、そのような描画装置においては、フォトマスク用の基板上に原版パターンを描画する際に、その基板を保持して移動させるステージ機構と、光学系又は電子光学系よりなる描画系との配置上の関係から、その基板のパターン面が「上向き」となるようにほぼ平坦に配置される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上記の如く従来より、フォトマスクの原版パターンは電子ビーム描画装置、又はレーザビーム描画装置によって描画されており、描画時にフォトマスク用の基板のパターン面は上向きにほぼ平坦に配置されていた。一方、製造されたフォトマスクが、ウエハ等の被露光基板への露光を行う露光装置で 사용되는場合には、被露光基板を保持及び移動させるステージ機構と、投影光学系との配置上の関係から、フォトマスクの基板のパターン面が「下向き」となるように配置される。また、フォトマスクの中心部には転写すべき原版パターンが形成されており、この部分を保持することはできないため、フォトマスクの保持はその基板の周辺部を支える形で行われる。このため、露光装置で 사용되는状態では、フォトマスクは、パターン面の方向に凸となるように自重変形した状態で使用されるのが一般的である。

【0006】 このように自重変形したフォトマスクにおいては、変形に伴って凸面に変形したパターン面が伸び、原版パターンの位置が僅かながら拡大される方向に変形してしまう。これに対して、上記の通り、従来のフォトマスクの描画装置では、原版パターンの描画時の基

板のパターン面が上方を向くように平坦に配置されるのが一般的であったために、描画時の自重変形はあまりないのに対して、使用時の自重変形（パターン下向き）が大きくなり、それに伴って、フォトマスクを実際に使用する際に、原版パターンの投影像の位置精度が低下してしまうという不都合があった。このような位置精度の低下量は現状ではほぼ許容範囲内に収まっているが、今後転写するパターンの集積度や微細度が一層向上するにつれて、その位置精度が許容範囲に収まらなくなる恐れがある。

【 0 0 0 7 】また、フォトマスクの原版パターンを投影露光装置を用いて所定のパターンを転写することによって製造することも考えられているが、この場合にも投影露光装置においてそのフォトマスクの基板のパターン面を上向きに平坦に保持すると、実際の使用時に投影像の位置誤差等が生ずる恐れがある。本発明は斯かる点に鑑み、フォトマスクを使用する際に自重変形等が生じる場合であっても、そのフォトマスクの投影像の位置精度を良好に維持できるフォトマスクの製造方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 8 】また、本発明はそのようなフォトマスクの製造方法を実施できる製造装置を提供することをも目的とする。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】本発明によるフォトマスクの製造方法は、露光装置での転写用に使用されるフォトマスク（ 3 4 ）の製造方法において、その露光装置における転写時のそのフォトマスクの基板（ 4 ）の変形状態を予測し、その基板（ 4 ）上に転写用のパターンを描画、又は転写する際に、その基板の変形状態をその予測される変形状態に合わせておくものである。

【 0 0 1 0 】斯かる本発明によれば、フォトマスクを製造する際のフォトマスク用の基板上への描画時、又は投影時におけるその基板の変形量は、そのフォトマスクを使用して露光を行うときのその基板の自重変形等の変形量と合致しているため、そのフォトマスクの使用時にその基板が変形しても、投影像の位置精度の低下が無い。

【 0 0 1 1 】この場合、その基板（ 4 ）をその転写用のパターンの形成面が凸面となるように撓ませておくことが望ましい。フォトマスクを通常の露光装置で使用する場合には、そのフォトマスクの基板は下向きで自重変形するため、そのパターン面が凸面となるように支持される。従って、そのフォトマスクを使用した場合の投影像の位置精度が小さくなる。

【 0 0 1 2 】また、その転写用のパターン（ 2 7 ）に対応するパターンが形成された親マスクを製造し、そのフォトマスクの基板（ 4 ）上にその親マスクのパターンの光学像を投影露光するようにしてもよい。光学像を投影露光する場合でも、その基板（ 4 ）の変形状態を使用時に合わせておくことで、使用時の位置精度が向上する。

【 0 0 1 3 】また、その転写用のパターン（ 2 7 ）を拡大したパターン（ 3 6 ）を複数枚の親マスク（ R 1 ~ R N ）のパターンに分割し、そのフォトマスクの基板

（ 4 ）上に複数枚のその親マスクのパターンの縮小像を画面継ぎを行いながら順次転写することが望ましい。この場合、一例として、そのフォトマスクの基板（ 4 ）上にマスク材料の薄膜が形成され、この上にフォトレジスト等の感光材料が塗布される。その後、その感光材料上に例えば光学式で縮小投影型の露光装置を用いて、ステップ・アンド・リピート方式、又はステップ・アンド・スキャン方式で複数枚の親マスクのパターンの縮小像が転写された後、その感光材料の現像が行われる。それから、残された感光材料のパターンをマスクとしてエッチング等を行うことによって、所望の転写用のパターン（原版パターン）が形成される。

【 0 0 1 4 】この際に、そのフォトマスク製造用の例えば光学式の露光装置の縮小倍率を  $1/\alpha$  倍（ $\alpha$  は 1 より大きい整数、半整数等）とすると、その転写用のパターン（ 2 7 ）、即ち原版パターンは  $\alpha$  倍に拡大され、この拡大された親パターン（ 3 6 ）が縦横に例えば  $\alpha \times \alpha$  枚の親マスクのパターンに分割される。縮小倍率が  $1/5$  倍（ $\alpha = 5$ ）であれば、 $5 \times 5$  倍で 25 枚の親マスクが用意される。この結果、各親マスクに形成されるパターンは、原版パターンを  $\alpha$  倍に拡大した親パターンの一部となるため、各親マスクのパターンの描画データ量は従来の  $1/\alpha^2$  程度に減少し、最小線幅は従来の  $\alpha$  倍となる。従って、各親マスクのパターンはそれぞれ例えば従来の電子ビーム描画装置、又はレーザビーム描画装置を用いて短時間に、少ないドリフトで高精度に描画できる。また、描画装置による描画誤差は、そのフォトマスク上では  $1/\alpha$  に減少するため、原版パターンの精度はより向上する。更に、一度それらの親マスクを製造した後は、それらの親マスクのパターンをステップ・アンド・リピート方式等でそのフォトマスクの基板上に高速に転写できるため、特にそのフォトマスクを複数枚製造する場合の製造時間を、従来のように個々に描画装置で描画する方式に比べて大幅に短縮できる。

【 0 0 1 5 】また、その基板（ 4 ）の表面に複数枚の親マスク（ R 1 ~ R N ）のパターンの縮小像を順次転写する際に、そのフォトマスクを使用する投影露光装置の投影光学系（ 4 2 ）の非回対称収差とディストーション特性との少なくとも一方に応じてその親マスク（ R 1 ~ R N ）のパターンの縮小像の結像特性（転写位置、倍率、ディストーション等）をそれぞれ補正することが望ましい。

【 0 0 1 6 】このように、そのフォトマスクを使用する露光装置の所定の結像特性の変動量が予め分かっている場合には、そのフォトマスクの基板上に画面継ぎを行いながら各親マスクのパターン像を転写する際に、その結像特性の変動量を相殺するように各親マスクのパターン

10

20

30

40

50

像の転写位置、倍率、更にはディストーション等を調整することで、最終的にそのフォトマスクを用いて露光されるデバイスパターンの歪等が小さくなり、重ね合わせ精度等が向上する。

【0017】これに関して、そのフォトマスクを多数枚製造して、これらのフォトマスクをミックス・アンド・マッチ方式等で複数台の投影露光装置で使用する場合もある。この場合に、それぞれの投影露光装置で良好な重ね合わせ精度が得られるように、それらのフォトレジストを使用する予定の少なくとも2台の投影露光装置の投影像のディストーション特性等の平均的な特性に応じて、各親マスクのパターンをつなぎ合わせて転写する際の転写位置や像特性等を調整することが望ましい。

【0018】次に、そのフォトマスクは更に縮小投影で使用されることが望ましい。そのフォトマスクは、例えば  $1/\beta$  倍 ( $\beta$  は1より大きい整数、又は半整数等) の縮小投影で使用されるものとして、そのフォトマスクを製造するための露光装置の縮小倍率を  $1/\alpha$  倍 ( $\alpha$  は  $\beta$  と同様に1より大きい整数、又は半整数等) であるとすると、各親マスクのパターンの描画誤差は、最終的に露光されるデバイスパターン上で  $1/(\alpha \cdot \beta)$  倍に縮小される。従って、デバイスパターンの最小線幅を仮に現在の  $1/2$  にするような場合にも、各親マスクのパターンを電子ビーム描画装置、又はレーザビーム描画装置等を用いて必要な精度で容易に、かつ短時間に描画できる。従って、パターンルールが更に微細化しても、必要な精度で所望のデバイスパターンを露光できる。

【0019】次に、本発明によるフォトマスクの製造装置は、露光装置での転写用に使用されるフォトマスク

(34) の製造装置において、そのフォトマスクの基板(4)を所定の状態に変形させて保持するフォトマスク保持部材(51、52A、52B)と、このフォトマスク保持部材に保持された基板(4)上に転写用のパターンを描画、又は転写するパターン形成系(1、2、3；62)と、を有するものである。斯かるフォトマスクの製造装置を用いることによって、本発明のフォトマスクの製造方法が実施できる。

【0020】この場合、そのフォトマスク保持部材は、その基板(4)のパターン形成面がそのパターン形成系に対して凸面となるように保持することが望ましい。これでフォトマスクの通常の使用状態に対応できる。また、そのフォトマスク保持部材は一例として、その基板(4)の載置される面が円筒面状のマウント部材(51)と、このマウント部材上のその基板(4)の対向する2辺の近傍をこのマウント部材側に付勢する付勢部材(52A、52B)と、を有するものである。これによって、その基板のパターン形成面を凸面に保持できる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態の一例につき図面を参照して説明する。図1は、本例のフォト

マスクの製造工程を示す図であり、図1において、本例で製造対象とするフォトマスクは、実際に半導体デバイスを製造する際に使用されるワーキングレチクル34である。このワーキングレチクル34は、石英ガラス等からなる光透過性の基板の一面に、クロム(Cr)、ケイ化モリブデン(MoSi<sub>3</sub>等)、又はその他のマスク材料より転写用の原版パターン27を形成したものである。また、その原版パターン27を挟むように2つのアライメントマーク24A、24Bが形成されている。

【0022】更に、ワーキングレチクル34は、光学式の投影露光装置の投影光学系を介して、 $1/\beta$  倍 ( $\beta$  は1より大きい整数、又は半整数等であり、一例として4、5、又は6等) の縮小投影で使用されるものである。即ち、図1において、ワーキングレチクル34の原版パターン27の  $1/\beta$  倍の縮小像27Wを、フォトレジストが塗布されたウエハW上の各ショット領域48に露光した後、現像やエッチング等を行うことによって、その各ショット領域48に所定の回路パターン35が形成される。また、本例ではその投影露光装置の投影像の非回転対称収差、及びディストーション特性等の結像特性は予め計測されており、この計測結果がそのワーキングレチクル34の製造時に利用される。更に、本例ではその投影露光装置にワーキングレチクル34を載置する際の、そのワーキングレチクル34の自重による変形量の予測値が求められており、後述のようにそのワーキングレチクル34の製造時に、そのワーキングレチクル34用の基板はその予測値と同じ程度に変形して載置される。以下、本例のフォトマスクとしてのワーキングレチクル34の製造方法の一例につき説明する。

【0023】図1において、まず最終的に製造される半導体デバイスの或るレイヤの回路パターン35が設計される。回路パターン35は直交する辺の幅がdX、dYの矩形の領域内に種々のライン・アンド・スペースパターン等を形成したものである。本例では、その回路パターン35を  $\beta$  倍して、直交する辺の幅が  $\beta \cdot dX$ 、 $\beta \cdot dY$  の矩形の領域よりなる原版パターン27をコンピュータの画像データ上で作成する。 $\beta$  倍は、ワーキングレチクル34が使用される投影露光装置の縮小倍率 ( $1/\beta$ ) の逆数である。なお、反転投影されるときは、反転して拡大している。

【0024】次に、その原版パターン27を  $\alpha$  倍 ( $\alpha$  は1より大きい整数、又は半整数等であり、一例として4、5、又は6等) して、直交する辺の幅が  $\alpha \cdot \beta \cdot dX$ 、 $\alpha \cdot \beta \cdot dY$  の矩形の領域よりなる親パターン36を画像データ上で作成し、その親パターン36を縦横にそれぞれ  $\alpha$  個に分割して、 $\alpha \times \alpha$  個の親パターンP1、P2、P3、…、PN ( $N = \alpha^2$ ) を画像データ上で作成する。図1では、 $\alpha = 5$  の場合が示されている。なお、この親パターン36の分割数  $\alpha$  は、必ずしも原版パターン27から親パターン36への倍率  $\alpha$  に合致させる

必要は無い。その後、それらの親パターン  $P_i$  ( $i=1 \sim N$ ) よりそれぞれ電子ビーム描画装置 (又はレーザビーム描画装置等も使用できる) 用の描画データを生成し、その親パターン  $P_i$  をそれぞれ等倍で、親マスクとしてのマスターレチクル  $R_i$  上に転写する。

【0025】例えば1枚目のマスターレチクル  $R_1$  を製造する際には、石英ガラス等の光透過性の基板の上にクロム、又はケイ化モリブデン等のマスク材料の薄膜を形成し、この上に電子線レジストを塗布した後、電子ビーム描画装置を用いてその電子線レジスト上に1番目の親パターン  $P_1$  の等倍像を描画する。その後、電子線レジストの現像を行ってから、エッチング、及びレジスト剥離等を施すことによって、マスターレチクル  $R_1$  上のパターン領域20に親パターン  $P_1$  が形成される。この際に、マスターレチクル  $R_1$  上には、親パターン  $P_1$  に対して所定の位置関係で2つの2次元マークよりなるアライメントマーク21A、21Bを形成しておく。同様に他のマスターレチクル  $R_i$  にも、電子ビーム描画装置等を用いてそれぞれ親パターン  $P_i$ 、及びアライメントマーク21A、21Bが形成される。このアライメントマーク21A、21Bは、後に画面継ぎを行う際の位置合わせ用に使用される。

【0026】このように本例では、電子ビーム描画装置 (又はレーザビーム描画装置) で描画する各親パターン  $P_i$  は、原版パターン27を $\alpha$ 倍に拡大したパターンであるため、各描画データの量は、原版パターン27を直接描画する場合に比べて  $1/\alpha^2$  程度に減少している。更に、親パターン  $P_i$  の最小線幅は、原版パターン27の最小線幅に比べて $\alpha$ 倍 (例えば5倍、又は4倍等) であるため、各親パターン  $P_i$  は、それぞれ従来の電子線レジストを用いて電子ビーム描画装置によって短時間に、かつ高精度に描画できる。また、一度N枚のマスターレチクル  $R_1 \sim R_N$  を製造すれば、後は後述のようにそれらを繰り返し使用することによって、必要な枚数のワーキングレチクル34を製造できるため、マスターレチクル  $R_1 \sim R_N$  を製造するための時間は、大きな負担ではない。

【0027】即ち、それらN枚のマスターレチクル  $R_i$  の親パターン  $P_i$  の  $1/\alpha$  倍の縮小像  $P_i$  ( $i=1 \sim N$ ) を、それぞれ画面継ぎを行いながら転写することによってワーキングレチクル34が製造される。なお、電子ビーム描画装置等での描画誤差を平均化効果によって低減するために、図1の親パターン36を分割した親パターンを2組の複数枚のマスターレチクルに描画し、これら2組のマスターレチクル群のパターンの縮小像をワーキングレチクル34用の基板4上に重ねて露光するようにしてもよい。

【0028】図2は、そのワーキングレチクル34を製造する際に使用される光学式の縮小投影型露光装置を示し、この図2において露光時には、露光光源、照度分布

均一化用のフライアイレンズ、照明系開口絞り、レチクルブラインド (可変視野絞り)、及びコンデンサレンズ系等からなる照明光学系1より、露光光1Lがレチクルステージ2上のレチクルに照射される。本例のレチクルステージ2上には、 $i$  番目 ( $i=1 \sim N$ ) のマスターレチクル  $R_i$  が載置されている。なお、露光光としては、水銀ランプの  $i$  線 (波長365nm) 等の輝線、又はKrF (波長248nm)、ArF (波長193nm)、若しくはF<sub>2</sub> (波長157nm) 等のエキシマレーザ光等が使用できる。

【0029】マスターレチクル  $R_i$  の照明領域内のパターンの像は、投影光学系3を介して縮小倍率  $1/\alpha$  ( $\alpha$  は例えば5、又は4等) で、ワーキングレチクル34用の基板4の表面に投影される。基板4は、石英ガラスのような光透過性の基板であり、その表面のパターン領域25 (図4参照) にクロム、又はケイ化モリブデン等のマスク材料の薄膜が形成され、このパターン領域25を挟むように位置合わせ用の2つの2次元マークよりなるアライメントマーク24A、24Bが形成されている。また、基板4の表面にマスク材料を覆うようにフォトリジストが塗布されている。以下、投影光学系3の光軸AXに平行にZ軸を取り、Z軸に垂直な平面内で図2の紙面に平行にX軸を、図2の紙面に垂直にY軸を取って説明する。

【0030】まず、レチクルステージ2は、この上のマスターレチクル  $R_i$  をXY平面内で位置決めする。レチクルステージ2の位置は不図示のレーザ干渉計によって計測され、この計測値、及び主制御系9からの制御情報によってレチクルステージ2の動作が制御される。一方、基板4は、不図示の基板ホルダ上に真空吸着によって保持され、この基板ホルダは試料台5上に固定され、試料台5はXYステージ6上に固定されている。試料台5は、オートフォーカス方式で基板4のフォーカス位置 (光軸AX方向の位置)、及び傾斜角を制御することによって、基板4の表面を投影光学系3の像面に合わせ込む。また、XYステージ6は、ベース7上で例えばリニアモータ方式でX方向、Y方向に試料台5 (基板4) を位置決めする。

【0031】試料台5の上部に固定された移動鏡8m、及び対向して配置されたレーザ干渉計8によって試料台5のX座標、Y座標、及び回転角が計測され、この計測値がステージ制御系10、及び主制御系9に供給されている。移動鏡8mは、図3に示すように、X軸の移動鏡8mX、及びY軸の移動鏡8mYを総称するものである。ステージ制御系10は、その計測値、及び主制御系9からの制御情報に基づいて、XYステージ6のリニアモータ等の動作を制御する。

【0032】また、本例では、レチクルステージ2の側方に棚状のレチクルライブラリ16が配置され、レチクルライブラリ16内にZ方向に順次配列されたN個の支

10

20

30

40

50

持板 1 7 上にマスターレチクル R 1, R 2, ..., R N が載置されている。これらのマスターレチクル R 1 ~ R N は、それぞれ図 1 の親パターン 3 6 を分割した親パターン P 1 ~ P N が形成されたレチクル（親マスク）である。レチクルライブラリ 1 6 は、スライド装置 1 8 によって Z 方向に移動自在に支持されており、レチクルステージ 2 とレチクルライブラリ 1 6 との間に、回転自在で Z 方向に所定範囲で移動できるアームを備えたレチクルローダ 1 9 が配置されている。主制御系 9 がスライド装置 1 8 を介してレチクルライブラリ 1 6 の Z 方向の位置を調整した後、レチクルローダ 1 9 の動作を制御して、レチクルライブラリ 1 6 中の所望の支持板 1 7 とレチクルステージ 2 との間で、所望のマスターレチクル R 1 ~ R N を受け渡しできるように構成されている。図 2 では、レチクルライブラリ 1 6 中の i 番目のマスターレチクル R i が、レチクルステージ 2 上に載置されている。

【0033】また、主制御系 9 には、磁気ディスク装置等の記憶装置 1 1 が接続され、記憶装置 1 1 に露光データファイルが格納されている。露光データファイルには、マスターレチクル R 1 ~ R N の相互の位置関係やアライメント情報、及び本例で製造されるワーキングレチクルを使用する投影露光装置の投影像（投影光学系）の結像特性のデータ等が記録されている。

【0034】ここで、試料台 5 上の基板 4 の保持方法につき図 5 を参照して詳細に説明する。図 5 (B) は、図 2 の試料台 5 上の保持部材の構成を示し、この図 5

(B) において、試料台 5 上に上面が円筒の側面状の凸面とされた基板ホルダ 5 1 が固定され、その凸面上に基板 4 が載置されている。また、基板 4 のパターン面（ここでは上面）のパターン領域 2 5 を X 方向に挟む 2 辺の近傍の領域 E 1, E 2 を基板ホルダ 5 側に付勢するように、試料台 5 上に固定ピン 5 2 A, 5 2 B が設けられている。これによって、ワーキングレチクル 3 4 用の基板 4 のパターン領域 2 5 は、「上に凸」に変形している。

【0035】即ち、図 5 (B) の平面図である図 5

(A) に示すように、長方形の平板である基板 4 の X 方向の対向する 1 組の辺の間の Y 軸に平行な中心線の近傍の領域 5 3 では、基板 4 はそのパターン面が底面側から上方に押され、その領域 5 3 から離れた両端の 2 辺の近傍の領域 E 1, E 2 では、そのパターン面は上方から底面側に押しつけられている。このように基板 4 を保持する利点につき図 6 ~ 図 8 を参照して説明する。

【0036】本例で基板 4 上に原版パターンを形成して製造されるワーキングレチクル 3 4 は、図 6 の投影露光装置のレチクルステージ 4 9 上に載置され、ワーキングレチクル 3 4 の原版パターン 2 7 の投影光学系 4 2 による縮小像がウエハ W 上に投影される。この際に、ワーキングレチクル 3 4 は、X 方向の 2 辺の近傍の領域がレチクルステージ 4 9 上に真空吸着によって保持されている。従って、図 7 に示すように、ワーキングレチクル 3

4 の基板 4 の原版パターン 2 7 が形成されているパターン面（下面）は、基板 4 の自重によって下側（投影光学系 4 2 側）に凸に変形している。これによって、原版パターン 2 7 は伸張するように変形している。

【0037】即ち、図 8 (A) に示す通り、ワーキングレチクル 3 4（基板 4）に変形のない状態で中心より距離  $x$  1 の位置に、所定のパターン 5 4 A が存在するものとする。このとき、図 8 (B) に示すように、ワーキングレチクル 3 4 の自重変形によってそのパターン面が「下に凸」に変形したとすると、ワーキングレチクル 3 4 のパターン面では張力が働いて原版パターン 2 7 内の各部の間の距離が伸び、それと反対の面（上面）では、圧力が加わって、2 点間の距離が縮む。そして、これらの伸縮量が釣り合うのはワーキングレチクル 3 4 の基板 4 の厚さ方向の中心面 4 C 上である。

【0038】従って、上記の所定のパターン 5 4 A の位置は、中心から離れる方向に  $\Delta x$  だけ変形して位置 5 4 B に移動し、中心からの距離は  $x$  2 に広がってしまう。その変位量  $\Delta x$  は、そのままそのワーキングレチクル 3 4 を使用する場合の縮小像の位置誤差となってしまう。しかしながら、本例においては、図 5 に示すように、そのワーキングレチクル 3 4 用の基板 4 に対する露光時にも、その基板 4 に使用時と同様の変形を与えているので、製造時と使用時とのパターンとの位置関係は保たれ、使用時（ウエハへの転写時）に、パターンとの位置変位が問題となることはない。

【0039】そして、図 2 に戻り、本例の基板 4 に対する露光時には、基板 4 上の 1 番目のショット領域への 1 番目のマスターレチクル R 1 の縮小像の露光が終了すると、XY ステージ 6 のステップ移動によって基板 4 上の次のショット領域が投影光学系 3 の露光領域に移動する。これと並行して、レチクルステージ 2 上のマスターレチクル R 1 がレチクルローダ 1 9 を介してレチクルライブラリ 1 6 に戻され、次の転写対象のマスターレチクル R 2 がレチクルライブラリ 1 6 からレチクルローダ 1 9 を介してレチクルステージ 2 上に載置される。そして、アライメントが行われた後、そのマスターレチクル R 2 の縮小像が投影光学系 3 を介して基板 4 上の当該ショット領域に投影露光され、以下ステップ・アンド・リピート方式で基板 4 上の残りのショット領域に、順次対応するマスターレチクル R 2 ~ R N の縮小像の露光が行われる。

【0040】なお、図 2 の投影露光装置は一括露光型であるが、その代わりにステップ・アンド・スキャン方式のような走査露光型の縮小投影型露光装置を使用してもよい。走査露光型では、露光時にマスターレチクルと基板 4 とが投影光学系 3 に対して縮小倍率比で同期走査される。走査露光型の露光装置を用いることによって、後述のように、一括露光型では補正が難しい誤差（スキュー誤差等）も補正できる場合がある。

【0041】さて、このようにマスターレチクルR1～RNの縮小像を基板4上に露光する際には、隣接する縮小像間の画面継ぎ（つなぎ合わせ）を高精度に行う必要がある。このためには、各マスターレチクルRi（i=1～N）と、基板4上の対応するショット領域（Siとする）とのアライメントを高精度に行う必要がある。このアライメントのために、本例の投影露光装置にはレチクル及び基板用のアライメント機構が備えられている。

【0042】図3は、本例のレチクルのアライメント機構を示し、この図3において、試料台5上で基板4の近傍に光透過性の基準マーク部材12が固定され、基準マーク部材12上にX方向に所定間隔で例えば十字型の1対の基準マーク13A、13Bが形成されている。また、基準マーク13A、13Bの底部には、露光光1Lから分岐された照明光で投影光学系3側に基準マーク13A、13Bを照明する照明系が設置されている。マスターレチクルRiのアライメント時には、図2のXYステージ6を駆動することによって、図3に示すように、基準マーク部材12上の基準マーク13A、13Bの中心がほぼ投影光学系13の光軸AXに合致するように、基準マーク13A、13Bが位置決めされる。

【0043】また、マスターレチクルRiのパターン面（下面）のパターン領域20をX方向に挟むように、一例として十字型の2つのアライメントマーク21A、21Bが形成されている。基準マーク13A、13Bの間隔は、アライメントマーク21A、21Bの投影光学系3による縮小像の間隔とほぼ等しく設定されており、上記のように基準マーク13A、13Bの中心をほぼ光軸AXに合致させた状態で、基準マーク部材12の底面側から露光光1Lと同じ波長の照明光で照明することによって、基準マーク13A、13Bの投影光学系3による拡大像がそれぞれマスターレチクルRiのアライメントマーク21A、21Bの近傍に形成される。

【0044】これらのアライメントマーク21A、21Bの上方に投影光学系3側からの照明光を±X方向に反射するためのミラー22A、22Bが配置され、ミラー22A、22Bで反射された照明光を受光するようにTTR（スルー・ザ・レチクル）方式で、画像処理方式のアライメントセンサ14A、14Bが備えられている。アライメントセンサ14A、14Bはそれぞれ結像系と、CCDカメラ等の2次元の撮像素子とを備え、その撮像素子がアライメントマーク21A、21B、及び対応する基準マーク13A、13Bの像を撮像し、その撮像信号が図2のアライメント信号処理系15に供給されている。

【0045】アライメント信号処理系15は、その撮像信号を画像処理して、基準マーク13A、13Bの像に対するアライメントマーク21A、21BのX方向、Y方向への位置ずれ量を求め、これら2組の位置ずれ量を主制御系9に供給する。主制御系37は、その2組の位

置ずれ量が互いに対称に、かつそれぞれ所定範囲内に収まるようにレチクルステージ2の位置決めを行う。これによって、基準マーク13A、13Bに対して、アライメントマーク21A、21B、ひいてはマスターレチクルRiのパターン領域20内の親パターンPi（図1参照）が位置決めされる。

【0046】言い換えると、マスターレチクルRiの親パターンPiの投影光学系3による縮小像の中心（露光中心）は、実質的に基準マーク13A、13Bの中心（ほぼ光軸AX）に位置決めされ、親パターンPiの輪郭（パターン領域20の輪郭）の直交する辺はそれぞれX軸、及びY軸に平行に設定される。この状態で図2の主制御系9は、レーザ干渉計8によって計測される試料台5のX方向、Y方向の座標（XF、YF、）を記憶することで、マスターレチクルRiのアライメントが終了する。この後は、親パターンPiの露光中心に、試料台5上の任意の点を移動することができる。

【0047】また、図2において、投影光学系PLの側面に、基板4上のマークの位置検出を行うために、オフ・アクシス方式で、画像処理方式のアライメントセンサ23も備えられている。アライメントセンサ23は、フォトレジストに対して非感光性で広帯域の照明光で被検マークを照明し、被検マークの像をCCDカメラ等の2次元の撮像素子で撮像し、撮像信号をアライメント信号処理系15に供給する。なお、アライメントセンサ23の検出中心とマスターレチクルRiのパターンの投影像の中心（露光中心）との間隔（ベースライン量）は、基準マーク部材12上の所定の基準マークを用いて予め求められて、主制御系9内に記憶されている。

【0048】図3に示すように、基板4上のX方向の端部に例えば十字型の2つのアライメントマーク24A、24Bが形成されている。そして、マスターレチクルRiのアライメントが終了した後、XYステージ6を駆動することによって、図2のアライメントセンサ23の検出領域に順次、図3の基準マーク13A、13B、及び基板4上のアライメントマーク24A、24Bを移動して、それぞれ基準マーク13A、13B、及びアライメントマーク24A、24Bのアライメントセンサ23の検出中心に対する位置ずれ量を計測する。これらの計測結果は主制御系9に供給され、これらの計測結果を用いて主制御系9は、基準マーク13A、13Bの中心がアライメントセンサ23の検出中心に合致するときの試料台5の座標（XP、YP、）、及びアライメントマーク24A、24Bの中心がアライメントセンサ23の検出中心に合致するときの試料台5の座標（XP、YP、）を求める。これによって、基板4のアライメントが終了する。

【0049】この結果、基準マーク13A、13Bの中心とアライメントマーク24A、24Bの中心とのX方向、Y方向の間隔は（XP、-XP、YP、-Y



P<sub>i</sub> ) となる。そこで、マスターレチクル R<sub>i</sub> のアライメント時の試料台 5 の座標 (X<sub>F</sub>, Y<sub>F</sub>) に対して、その間隔 (X<sub>P</sub>, -X<sub>P</sub>, Y<sub>P</sub>, -Y<sub>P</sub>) 分だけ図 2 の XY ステージ 6 を駆動することによって、図 4 に示すように、マスターレチクル R<sub>i</sub> のアライメントマーク 21 A, 21 B の投影像の中心 (露光中心) に、基板 4 のアライメントマーク 24 A, 24 B の中心 (基板 4 の中心) を高精度に合致させることができる。この状態から、図 2 の XY ステージ 6 を駆動して試料台 5 を X 方向、Y 方向に移動することによって、基板 4 上の中心 10 に対して所望の位置にマスターレチクル R<sub>i</sub> の親パターン P<sub>i</sub> の縮小像 P<sub>Ii</sub> を露光できる。

【0050】即ち、図 4 は、i 番目のマスターレチクル R<sub>i</sub> の親パターン P<sub>i</sub> を投影光学系 3 を介して基板 4 上に縮小転写する状態を示し、この図 4 において、基板 4 の表面のアライメントマーク 24 A, 24 B の中心を中心として、X 軸及び Y 軸に平行な辺で囲まれた矩形のパターン領域 25 が、主制御系 9 内で仮想的に設定される。パターン領域 25 の大きさは、図 1 の親パターン 36 を 1/α 倍に縮小した大きさであり、パターン領域 25 が、X 方向、Y 方向にそれぞれ α 個に均等に分割されてショット領域 S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, ..., S<sub>N</sub> (N = α<sup>2</sup>) が仮想的に設定される。ショット領域 S<sub>i</sub> (i = 1 ~ N) の位置は、図 1 の親パターン 36 を仮に図 4 の投影光学系 3 を介して縮小投影した場合の、i 番目の親パターン P<sub>i</sub> の縮小像 P<sub>Ii</sub> の位置に設定されている。

【0051】そして、本例のワーキングレチクル 34 を使用する投影露光装置の投影像の結像特性が理想的である場合、主制御系 9 は図 2 の XY ステージ 6 を駆動することによって、図 4 において、基板 4 上の i 番目のショット領域 S<sub>i</sub> の中心を、上記のアライメントによって求められているマスターレチクル R<sub>i</sub> の親パターン P<sub>i</sub> の縮小像 P<sub>Ii</sub> の露光中心に合わせ込む。その後、主制御系 9 は図 2 の照明光学系 1 内の露光光源の発光を開始させて、その親パターン P<sub>i</sub> の縮小像を基板 4 上のショット領域 S<sub>i</sub> に露光する。図 4 においては、基板 4 のパターン領域 25 内で既に露光された親パターンの縮小像は実線で示され、未露光の縮小像は点線で示されている。

【0052】このようにして、図 2 の N 個のマスターレチクル R<sub>1</sub> ~ R<sub>N</sub> の親パターン P<sub>1</sub> ~ P<sub>N</sub> の縮小像を、順次基板 4 上の対応するショット領域 S<sub>1</sub> ~ S<sub>N</sub> に露光することで、各親パターン P<sub>1</sub> ~ P<sub>N</sub> の縮小像は、それぞれ隣接する親パターンの縮小像と画面継ぎを行いながら露光されたことになる。これによって、基板 4 上に図 1 の親パターン 36 を 1/α 倍で縮小した投影像 26 が露光される。その後、基板 4 上のフォトリソを現像して、エッチング、及び残っているレジストパターンの剥離等を施すことによって、基板 4 上の投影像 26 は、図 7 に示すような原版パターン 27 となって、ワーキングレチクル 34 が完成する。

【0053】ところで、1 枚の基板 4 の露光に際しては、マスターレチクル R<sub>i</sub> の交換に関わらず、基板 4 は試料台 5 上に固接されており、その位置は、レーザ干渉計 8 により正確に計測されている。従って、1 枚の基板 4 の露光中に、基準マーク 13 A, 13 B と基板 4 との位置関係が変化することはないので、マスターレチクル R<sub>i</sub> の交換時には、マスターレチクル R<sub>i</sub> を基準マーク 13 A, 13 B に対して位置合わせすればよく、必ずしも 1 枚のマスターレチクル R<sub>i</sub> 毎に、基板 4 上のアライメントマーク 24 A, 24 B の位置を検出する必要はない。この場合にも、各マスターレチクル R<sub>i</sub> 上の親パターン P<sub>i</sub> は、それぞれと基準マーク 13 A, 13 B との位置合わせと、レーザ干渉計 8 によりモニタされたステージ制御系 10 による XY ステージ 6 の位置制御により、相互に正確な位置関係を保って露光される。従って、その各パターン間の継ぎ精度も、高精度となることはいうまでもない。

【0054】なお、基板 4 上には必ずしも予めアライメントマーク 24 A, 24 B を設けておく必要はない。この場合に上記のようにマスターレチクル R<sub>i</sub> の親パターンを基板 4 上につなぎ合わせて縮小転写する際には、各マスターレチクル R<sub>i</sub> 上の所定のマーク (例えばアライメントマーク 21 A, 21 B) も縮小転写し、隣接するマスターレチクルの親パターンの縮小像を転写する際にそのマークの潜像の位置を検出し、この検出結果よりその隣接するマスターレチクルの親パターンの縮小像の転写位置の補正を行うようにしてもよい。

【0055】また、図 1 の原版パターン 27 に例えば密集パターンと孤立パターンとが形成されている場合、マスターレチクル R<sub>1</sub> ~ R<sub>N</sub> 中の 1 枚のマスターレチクル R<sub>a</sub> には密集パターンのみが形成され、別の 1 枚のマスターレチクル R<sub>b</sub> には孤立パターンのみが形成されることがある。このとき、密集パターンと孤立パターンとでは最良の照明条件や結像条件等の露光条件が異なるため、マスターレチクル R<sub>i</sub> の露光毎に、その親パターン P<sub>i</sub> に応じて、露光条件、即ち照明光学系 1 内の開口絞りの形状や大きさ、コヒーレンスファクタ (σ 値)、及び投影光学系 3 の開口数等を最適化するようにしてもよい。また、その露光条件を最適化するために、投影光学系 3 の瞳面付近に所定の光学フィルタ (いわゆる瞳フィルタ) を挿脱したり、又は投影光学系 3 の像面と基板 4 の表面とを所定範囲内で相対的に振動させるいわゆる累進焦点法 (フレックス法) を併用したりしてもよい。

【0056】例えば、親マスクパターンが密集パターン (周期パターン) であるときは変形照明法を採用し、光源形状を輪帯状、あるいは照明光学系の光軸からほぼ等距離だけ離れた複数の局所領域に規定する。また、親マスクパターンがコンタクトホールなどの孤立パターンのみを含むときには、そのパターンでマスク基板を露光している間にそのマスク基板を露光光学系の光軸に沿った

方向に移動する、いわゆる累進焦点法を採用するとよい。

【0057】また、マスターレチクルR iの一部を例えば位相シフトマスクとして、照明光学系の $\sigma$ 値を例えば0.1~0.4程度に設定して、上記の累進焦点法を採用してもよい。また、フォトマスクはクロムなどの遮光層のみからなるマスクに限られるものではなく、空間周波数変調型（渋谷ーレベンソン型）、エッジ強調型、及びハーフトーン型などの位相シフトマスクであってもよい。特に空間周波数変調型やエッジ強調型では、マスク

基板上の遮光パターンに重ね合わせて位相シフターをパターンニングするため、例えばその位置シフター用の親マスクを別途用意しておくことになる。

【0058】次に、ワーキングレチクル34を使用する投影露光装置の投影像の結像特性が理想状態から外れている場合について説明する。ワーキングレチクル34を使用する図6に示す投影露光装置が、一括露光型であるとすると、その投影光学系42の結像特性には、或る程度の非回転対称収差、又はディストーション等が残存している場合も有り得る。このような場合には、図4の投影露光装置を用いてマスターレチクルR iの像を図4上のショット領域S iに露光する際に露光位置をずらすのみならず、対応する倍率誤差を相殺するように投影光学系3の倍率を補正しておくと共に、対応する部分的な歪をできるだけ相殺するように投影光学系3のディストーション特性も補正しておく。これによって、そのワーキングレチクル34を使用する投影露光装置のディストーションが相殺され、重ね合わせ精度が向上する。

【0059】次に、図7の投影露光装置が例えばステップ・アンド・スキャン方式のような走査露光型であるとすると、その投影像の結像特性には、理想像が平行四辺形状の投影像となるいわゆるスキュー誤差が残存している場合がある。この場合には、ワーキングレチクル34を製造する投影露光装置もステップ・アンド・スキャン方式として、そのスキュー誤差を相殺するような歪を与えればよい。

【0060】次に、上記のように製造された図1のワーキングレチクル34を用いて露光を行う場合の動作の一例につき説明する。図6は、そのワーキングレチクル34を装着した縮小投影型露光装置の要部を示し、この図6において、レチクルステージ49上に保持されたワーキングレチクル34の下面に、縮小倍率 $1/\beta$ （ $\beta$ は5、又は4等）の投影光学系42を介してウエハWが配置されている。ウエハWの表面にはフォトレジストが塗布され、その表面は投影光学系42の像面に合致するように保持されている。ウエハWは、不図示のウエハホルダを介して試料台43上に保持され、試料台43はXYステージ44上に固定されている。試料台43上の移動鏡45mX、45mY及び対応するレーザ干渉計によって計測される座標に基づいて、XYステージ44を駆動

することによって、ウエハWの位置決めが行われる。

【0061】また、試料台43上に基準マーク47A、47Bが形成された基準マーク部材46が固定され、ワーキングレチクル34のパターン領域25をX方向に挟むように形成されたアライメントマーク24A、24Bの上方に、レチクルのアライメント用のアライメントセンサ41A、41Bが配置されている。この場合にも、基準マーク47A、47B、アライメントマーク24A、24B、及びアライメントセンサ41A、41Bを用いて、試料台43に対してワーキングレチクル34のアライメントが行われる。その後、重ね合わせ露光を行う場合には、不図示のウエハ用のアライメントセンサを用いて、ウエハW上の各ショット領域48のアライメントが行われる。そして、ウエハW上の露光対象のショット領域48を順次露光位置に位置決めした後、ワーキングレチクル34のパターン領域25に対して、不図示の照明光学系よりエキシマレーザ光等の露光光ILLを照射することで、パターン領域25内の原版パターン27を縮小倍率 $1/\beta$ で縮小した像27Wがショット領域48に露光される。このようにしてウエハW上の各ショット領域に原版パターン27の縮小像を露光した後、ウエハWの現像を行って、エッチング等のプロセスを実行することによって、ウエハW上の各ショット領域に半導体デバイスの或るレイヤの回路パターンが形成される。

【0062】なお、ワーキングレチクル34の露光用の投影露光装置としては、ステップ・アンド・スキャン方式のような走査露光型の縮小投影型露光装置を使用してもよい。次に本発明の実施の形態の他の例について説明する。上記の実施の形態では、投影露光装置で基板4上に縮小像を投影する場合に本発明が適用されたが、本例では電子ビーム描画装置、又はレーザビーム描画装置を用いてフォトマスクの原版パターンを描画する際に本発明を適用する。これは、例えば図1において、親パターンP iの等倍像をマスターレチクルR iの基板上に描画する場合に使用されるものであるが、従来のようにフォトマスクの原版パターンを直接描画する場合にも使用される。

【0063】図9は本例の描画装置を示し、この図9において、例えば図1の親マスクとしてのマスターレチクルR iの基板55（又はワーキングレチクルの基板も可）は、上面が凸面の基板ホルダ51の上面に載置され、基板ホルダ51は試料台56上に固定され、試料台56上に基板55の対向する2辺近傍を下方に付勢する固定ピン52A、52Bが設けられ、基板55は上面のパターン形成面が上方に凸となるように保持されている。試料台56はXYステージ57によってベース58上で2次元方向に可動である。試料台56の位置は、移動鏡59m及びレーザ干渉計59によって計測され、この計測値が制御系60及びステージ駆動系61に供給されている。ステージ駆動系61は、その計測値、及び制

御系 6 0 からの位置情報に基づいて X Y ステージ 5 7 を駆動して基板 5 5 の位置決めを行う。

【 0 0 6 4 】 基板 5 5 の上方に例えばレーザビーム L B の照射及び遮断を制御してパターンを描画する描画系、又は電子ビーム E B の照射及び遮断を制御してパターンを描画する描画系の何れかの描画系 6 2 が配置されている。基板 5 5 上にはマスク材料が形成され、この上にレーザビーム L B、又は電子ビーム E B に応じて、フォトレジスト、又は電子線レジストが塗布されている。そして、基板 5 5 が描画系 6 2 に対して所定の位置に達したときに、制御系 6 0 は描画系 6 2 を介してその描画領域で設定されているパターンを描画する。

【 0 0 6 5 】 この際に、基板 5 5 のパターン面の変形量は、その基板 5 5 にパターンを形成してなるマスターレチクル R i を図 2 の投影露光装置にロードした場合の、そのマスターレチクル R i のパターン面の自重による下方への変形量と同じに設定してある。これによって、そのマスターレチクル R i を使用して縮小像を投影した場合に、その縮小像の位置誤差等が生じない。

【 0 0 6 6 】 なお、フォトマスクの基板の保持機構は、上記の実施の形態の形態に限られるものではなく、例えば図 5 ( B ) において、基板ホルダ 5 1 の基板 4 との接触面に突起群を設け、それらの突起群の長さの分布を調整することにより、上記の凸面形状とほぼ同様の形状を作り出してもよい。また、上記実施の形態では、フォトマスクの基板 4 の両短辺の近傍を上方より強制的に押さえつけるものとしたが、その代わりに、基板 4 の自重変形を利用して両端を下方に下げさせるものであってもよく、あるいは、両端を真空吸着により、下方に引き寄せるものであってもよい。

【 0 0 6 7 】 なお、本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。

【 0 0 6 8 】

【発明の効果】 本発明のフォトマスクの製造方法によれば、フォトマスクの基板への露光時、又は描画時に生じる変形を、そのフォトマスクを使用する際の変形状態に合わせているため、そのフォトマスクを使用する際に自重変形等が生じる場合であっても、そのフォトマスクの投影像の位置精度を良好に維持できる利点がある。

【 0 0 6 9 】 特に、親マスクからの転写露光によってフォトマスクを描画する装置においては、自重変形によるパターン位置精度の低下を補正すること課題となっていたが、本発明により、パターン位置精度の低下を完全に解消することができる。また、転写用のパターンを拡大したパターンを複数枚の親マスクのパターンに分割し、そのフォトマスクの基板上に複数枚の親マスクのパターンの縮小像を画面縫ぎを行いながら順次転写する場合に、複数枚の親マスクのパターンはそれぞれ例えば転写用のパターンを拡大したパターンの一部であるため、例

えば電子ビーム描画装置やレーザビーム描画装置等を用いてそれぞれ少ない描画データで、かつ短時間に小さいドリフト量で描画できる。また、親マスクの描画誤差は、その親マスクのパターンの縮小倍率比で小さくなるため、転写用のパターン（原版パターン）を高精度に形成できる。更に、それらの親マスクは一度製造すれば繰り返し使用できるため、そのフォトマスクを多数枚製造する場合にも、個々の原版パターンを高精度に、かつ短時間に形成できる利点がある。

【 0 0 7 0 】 また、本発明のフォトマスクの製造装置によれば、本発明のフォトマスクの製造方法を実施できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態の一例のワーキングレチクル（フォトマスク）の製造工程の説明に供する図である。

【図 2】 その実施の形態の一例でそのワーキングレチクルを製造する際に使用される光学式の縮小投影型露光装置を示す構成図である。

【図 3】 図 2 の投影露光装置において、マスターレチクルのアライメントを行う場合を示す一部を切り欠いた要部の斜視図である。

【図 4】 図 2 の投影露光装置において、マスターレチクルの親パターンの縮小像を基板 4 上に投影する場合を示す要部の斜視図である。

【図 5】 ( A ) は図 2 の基板 4 の保持状態を示す拡大平面図、( B ) は図 2 の基板 4 の保持状態を示す拡大図である。

【図 6】 その実施の形態で製造されるワーキングレチクルのパターンをウエハ上に投影する投影露光装置の要部を示す斜視図である。

【図 7】 図 6 の投影露光装置に載置されたワーキングレチクルの変形状態を示す拡大図である。

【図 8】 そのワーキングレチクルの変形によるパターンの位置ずれの説明に供する図である。

【図 9】 本発明の実施の形態の他の例で使用される描画装置を示す構成図である。

【符号の説明】

R 1 ~ R N    マスターレチクル（親マスク）

P 1 ~ P N    分割された親パターン

3    投影光学系

4    ワーキングレチクル用の基板

S 1 ~ S N    基板 4 上のショット領域

5    試料台

6    X Y ステージ

9    主制御系

1 3 A、1 3 B    基準マーク

1 4 A、1 4 B    レチクル用のアライメントセンサ

1 6    レチクルライブラリ

1 8    スライド装置

19 レチクルローダ

21 A, 21 B マスターレチクルのアライメントマーク

24 A, 24 B 基板のアライメントマーク

27 原版パターン

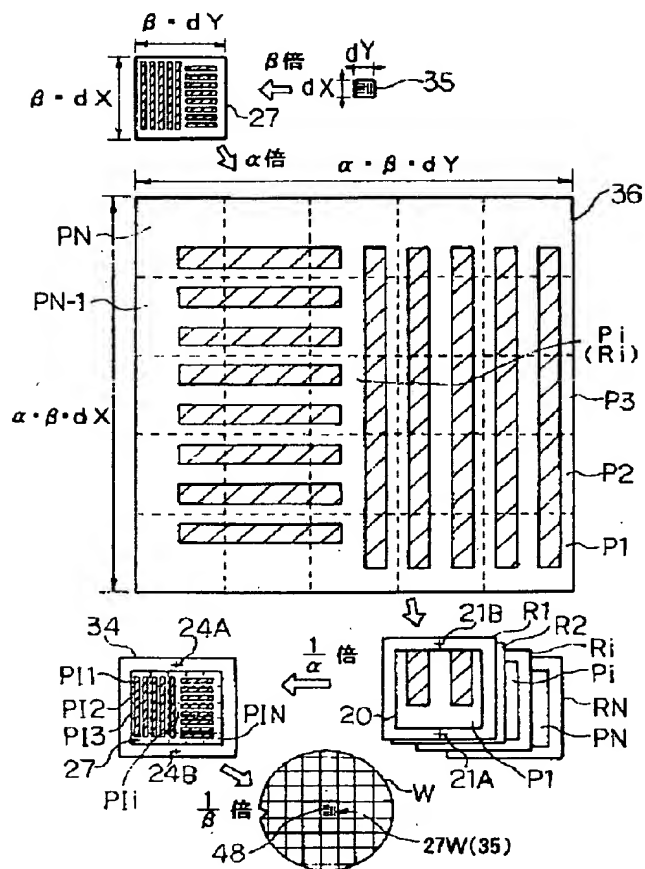
35 回路パターン

36 親パターン

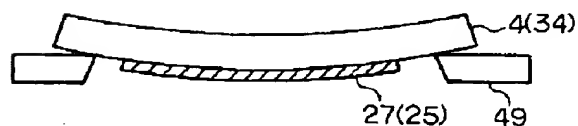
51 基板ホルダ

52 A, 52 B 固定ピン

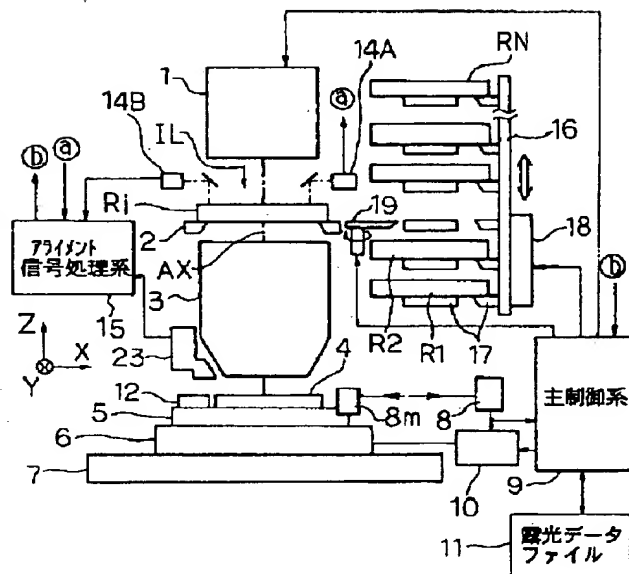
【図 1】



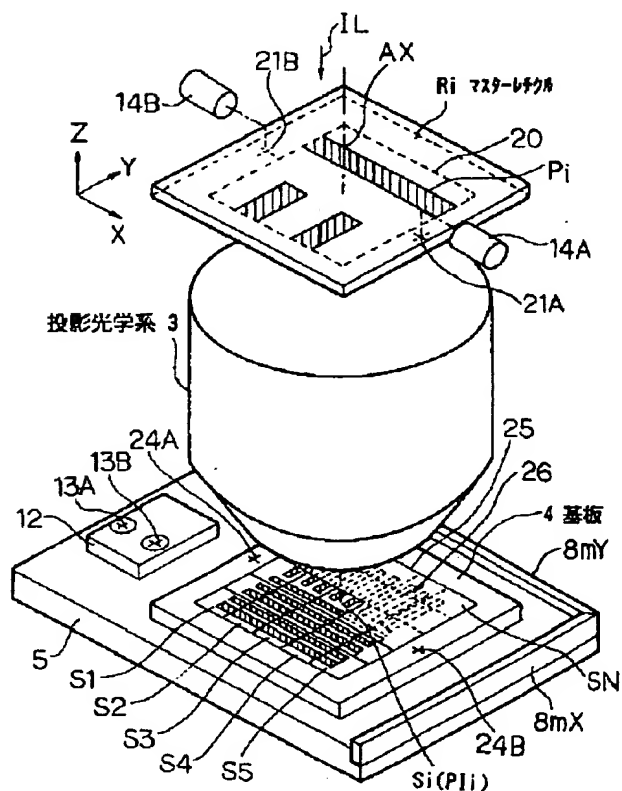
【図 7】



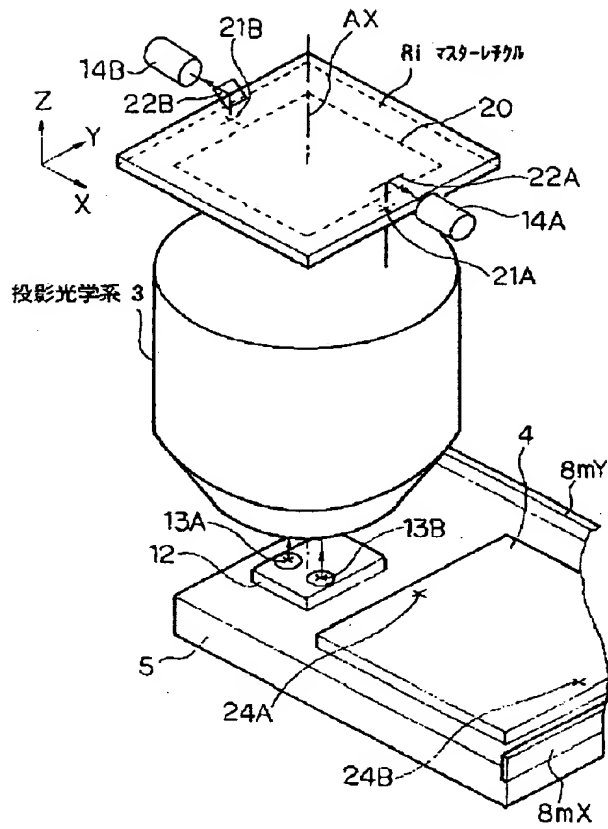
【図 2】



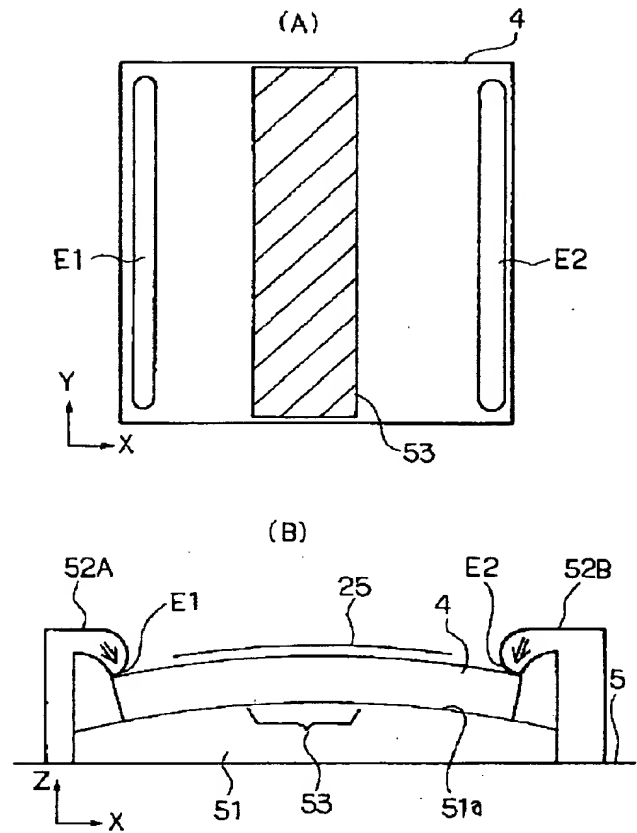
【図 4】



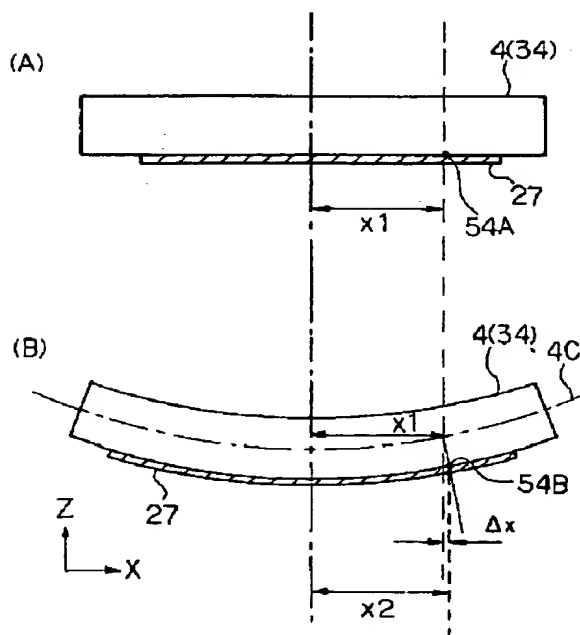
【図 3】



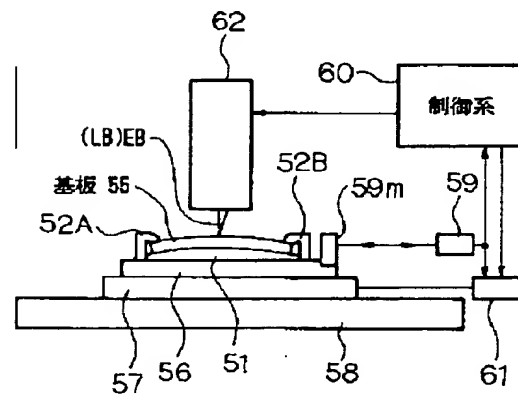
【図 5】



【図 8】



【図 9】



【図 6】

